

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-243615

(43)Date of publication of application : 08.09.2000

---

(51)Int.Cl.	H01F 1/22
	B22F 1/00
	B22F 3/00
	H05K 9/00

---

(21)Application number : 11-273483

(71)Applicant : TOKIN CORP

(22)Date of filing : 28.09.1999

(72)Inventor : ONO NORIHIKO

## (30)Priority

Priority number : 10375968	Priority date : 17.12.1998	Priority country : JP
10376781	25.12.1998	

JP

## (54) COMPOSITE MAGNETIC BODY AND MANUFACTURE THEREOF

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a composite magnetic body at a low cost without deteriorating the high permeability of flat soft magnetic powder by a method wherein a mixed slurry composed of flat soft magnetic powder, binder, and solvent which dissolves the binder is formed into a film, and the solvent is removed from the film for the formation of a sheet.

SOLUTION: Flat magnetic powder subjected to an annealing treatment is introduced into a planetary mixer, coupling agent is mixed into the flat magnetic powder, and the flat magnetic powder loaded with coupling agent is agitated. Thereafter, chlorinated polyethylene previously dissolved into a required amount of solvent is introduced into the planetary mixer and agitated to obtain a uniform slurry mixture. The mixture is formed into a film about 0.1 mm in thickness through a doctor blade method on a polyethylene terephthalate sheet used as a base, and solvent is removed from it. The obtained composite magnetic bodies are superposed on each other into a composite magnetic body sheet. The composite magnetic body sheet is subjected to a press treatment with a rolling device. At this point, a resin layer which is more than 90 in rubber hardness is provided to the surface of a roll.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.01.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-243615  
(P2000-243615A)

(43) 公開日 平成12年9月8日 (2000.9.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
H 0 1 F 1/22		H 0 1 F 1/22	4 K 0 1 8
B 2 2 F 1/00		B 2 2 F 1/00	B 5 E 0 4 1
	3/00	H 0 5 K 9/00	H 5 E 3 2 1
H 0 5 K 9/00		B 2 2 F 3/00	B

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平11-273483	(71) 出願人	000134257 株式会社トーキン 宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号
(22) 出願日	平成11年9月28日 (1999.9.28)	(72) 発明者	小野 典彦 宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号 株式会社トーキン内
(31) 優先権主張番号	特願平10-375968	Fターム(参考)	4K018 BA13 BB01 BC28 BC29 BD05 CA33 CA37 GA04 HA08 JA09 KA42 5E041 AA04 BB04 BB06 CA10 HB00 HB05 HB07 HB11 HB19 5E321 BB25 BB32 BB44 BB53 GG05 GG07
(32) 優先日	平成10年12月17日 (1998.12.17)		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		
(31) 優先権主張番号	特願平10-376781		
(32) 優先日	平成10年12月25日 (1998.12.25)		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 複合磁性体と、その製造方法

(57) 【要約】

【課題】 扁平状軟磁性粉末と結合剤からなる複合磁性体の製法において、応力歪みを除去した扁平状軟磁性粉末に再び応力歪みを加えないようにして複合磁性体を製造し、経時変化による特性劣化を防止する方法を提供すること。

【解決手段】 経時変化を低減するため、扁平状軟磁性粉末にカップリング剤による表面処理を施し、応力歪みが生じないように、結合剤に塩素化ポリエチレンを用いて湿式法で製膜し、弾性を有するロールで製膜した複合磁性体を加圧する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 焼鈍処理により応力歪みが除去された扁平状軟磁性粉末と、結合剤と、前記結合剤を溶解する溶媒からなるスラリー状の混和物を製膜し、溶媒を除去してシートとすることを特徴とする複合磁性体の製造方法。

【請求項2】 請求項1に記載の複合磁性体の製造方法において、前記扁平状軟磁性粉末は、カップリング剤によって表面処理されていることを特徴とする複合磁性体の製造方法。

【請求項3】 請求項2に記載の複合磁性体の製造方法において、前記カップリング剤は、シラン系、またはチタネート系のカップリング剤であることを特徴とする複合磁性体の製造方法。

【請求項4】 請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の複合磁性体の製造方法において、前記結合剤は塩素化ポリエチレンであることを特徴とする複合磁性体の製造方法。

【請求項5】 請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の複合磁性体の製造方法において、前記シートの面に垂直な方向に加圧することを特徴とする複合磁性体の製造方法。

【請求項6】 請求項5に記載の複合磁性体の製造方法において、前記シートへの加圧は、熱プレス、または複数のロールによって構成された圧延装置、または複数のブリーによって支持された無終端ベルトと複数のロールによって構成された圧延装置を用いて行うことを特徴とする複合磁性体の製造方法。

【請求項7】 請求項5ないし請求項6のいずれかに記載の複合磁性体の製造方法において、前記圧延装置を構成するロールの少なくとも1本は、表面に樹脂コーティングを施したもの、またはゴム硬度が90以上のゴムまたは高分子材料からなり、表面部分が弾性変形し得るロールであることを特徴とする複合磁性体の製造方法。

【請求項8】 請求項5ないし請求項7のいずれかに記載の複合磁性体の製造方法において、前記シートへの加圧は、前記表面部分が弾性変形し得る側のロールの外周面が、対向側のロール外周面に圧接されて形成される対向側ロールの外周面に契合する凹みと、対向側ロールの外周との間の一定面積を有する接触部分に、該シートが挿入されて行われることを特徴とする複合磁性体の製造方法。

【請求項9】 請求項1ないし請求項8のいずれかに記載の複合磁性体の製造方法において、前記複合磁性体は、複数の複合磁性体を積層して加圧し、一体に成形することを特徴とする複合磁性体の製造方法。

【請求項10】 請求項1ないし請求項9のいずれかに記載の複合磁性体の製造方法において、前記複合磁性体は、複合磁性体の間に導電材料を挟んで加圧し、一体に成形することを特徴とする複合磁性体の製造方法。

【請求項11】 請求項1ないし請求項10のいずれかに記載の製造方法によって製造されてなることを特徴とする複合磁性体。

【請求項12】 焼鈍処理により応力歪みが除去された扁平状軟磁性粉末と結合剤からなることを特徴とする複合磁性体。

【請求項13】 請求項12に記載の複合磁性体において、前記扁平状軟磁性粉末は、カップリング剤によって表面処理されていることを特徴とする複合磁性体。

10 【請求項14】 請求項13に記載の複合磁性体において、前記カップリング剤は、シラン系、またはチタネート系のカップリング剤であることを特徴とする複合磁性体。

【請求項15】 請求項12ないし請求項14のいずれかに記載の複合磁性体において、前記結合剤は塩素化ポリエチレンであることを特徴とする複合磁性体。

【請求項16】 面状の導電材料の両面に、請求項12ないし請求項15のいずれかに記載の複合磁性体が配置されていることを特徴とする複合磁性体。

20 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子機器において発生する不要電波の外部への漏洩や内部回路間での干渉、また外部電波による誤動作等の影響を防止するために装着する電磁干渉抑制体に関し、特に有機結合剤中に軟磁性体粉末を分散させた複合磁性体からなる電磁干渉抑制体に関する。

【0002】

30 【従来の技術】近年、電子機器の電磁環境問題への対応が重要視されている。その背景には、デジタル電子機器を始めとする電子装置の回路信号処理速度の高速化、高周波化や高機能化、小型化や製品形態の薄型化への要求に対応するため、回路が高密度化され、半導体素子などからなる誘電性ノイズを放射する能動素子と受動素子の混在化が進む傾向などがある。

40 【0003】その結果として、静電結合、電磁結合による線間結合の増大、放射ノイズによる干渉などが生じ、機器の正常な動作を妨げる事態が少なからず起きている。場合によっては、それらノイズが外部の機器に影響を及ぼすこともある。

【0004】これらの高速化、高機能化、高密度化された電子装置におけるノイズ対策、電磁障害、特に準マイクロ波帯におけるノイズ対策としては、ローパスフィルタの設置、シールドイングなどの方法がある。部品によるノイズ対策では、実装するスペースが必要になり、小型化、薄型化には、設計段階での配慮が必要とされ、緊急の対応には適合しない。かつ、インダクタンス部品は、実部透磁率 $\mu'$ に寄与し、現状の準マイクロ波帯でのインダクタンスには不足する。

50 【0005】これらの問題に対し、準マイクロ波帯にお



けるノイズ対策として、前述の電磁干渉を抑制する複合磁性体シートが発案されてきた。例えば、特開平7-212079や特願平7-183911に見られるような電磁干渉を抑制できる複合磁性体シートが提案されている。

【0006】これらは、準マイクロ波帯に対応し、高い実数部透磁率 $\mu'$ と広範囲にわたる虚数部透磁率 $\mu''$ を利用した電波吸収体として、放射ノイズの透過性、ならびに二次的な電磁結合を低減でき、これらによって、ノイズ対策及び商品開発にかかる負担が軽減できるとともに、回路の小型化、高密度化への障害が回避できるようになった。

【0007】また、市場では、対策として部品対応も可能な周波数帯、準マイクロ波帯での低い周波数(数10~100MHz)近傍にて、前述の複合磁性体同様に使い勝手の良い、後付け対策も可能なノイズ対策部品も求められるようになってきた。また、更に、電子機器の小型化が進む中で、前述の準マイクロ波帯に対応した複合磁性体シートにも、より薄型化が求められている。

【0008】前述の準マイクロ波帯に用いる複合磁性体シートは、周波数が低くなるに従い透磁率不十分で、薄型化に限界が生じ、 $\mu''$ の立ち上がる周波数からも分かるように、電磁干渉抑制の効果も減少する。移動体通信機器などの小型電子機器において、他の対策を考えると、フェライトでは、割れる可能性や配置の問題のため設置できない場合が多く、割れる虞の少ないゴムフェライトでは、設置スペースを確保できても、十分にノイズを抑制できない。

【0009】このため、数10~100MHzより低周波数側と、より高周波数側では、コイル、フィルタなどの部品を使用できるが、前述の周波数帯域には、使い勝手の良いノイズ対策部品が見当たらないのが現状である。仮に対応する部品があったとしても、基板などの設計変更に多大の費用や工数を要することになる。

【0010】これらの問題を解決するために、電磁干渉を抑制する複合磁性体シートの、より低周波数(数10~100MHz)近傍の範囲に適応したタイプで、薄型化しても電磁干渉抑制効果を発現するものの必要性が出てきた。

【0011】これに対応するには、透磁率 $\mu'$ 、 $\mu''$ の向上と $\mu'$ の磁気共鳴周波数の低周波化が必要不可欠になる。これらの要求に対して、例えば、特願平10-168273では、FM帯(数10~100MHz近傍)での抑制効果を向上させ、かつ薄型化に対応させた複合磁性体シートを提案している。これに開示されている技術を用いることによって、電磁干渉抑制効果の向上と薄型化を実現してきた。

【0012】ここで、前述の複合磁性体の成形法の一例について説明する。前述の準マイクロ波帯複合磁性体シートの場合、扁平状軟磁性粉末と結合剤と該結合剤を溶

解する溶媒を、混合、攪拌して得られるスラリー状の混和物を、ドクターブレード法などを用いて製膜する湿式法や、扁平状軟磁性粉末と結合剤をニーダーなどを用いて混練した混和物をロールなどにより成形する乾式法がある。

【0013】また、前記の特願平10-168273に開示された複合磁性体の製造方法では、応力歪みが除去された扁平状軟磁性粉末を用い、成形工程で粉末に応力歪みを与えないように湿式法でシート化し、更にプレスによりシート面に垂直方向に加圧し、高密度化を実現している。これによって、FM帯域の電磁干渉抑制効果を向上し、薄型化にも対応している。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】前記のように、扁平状軟磁性粉末と結合剤からなる複合磁性体の従来の製造方法には、溶媒を用いる湿式法と溶媒を用いない乾式法とがある。

【0015】特願平10-168273に開示された複合磁性体の製造方法は、前記の湿式法であるが、製膜しただけでは十分な $\mu'$ が得られず、高透磁率を得るためプレス装置による加圧を行っており、生産量が増加した場合のコスト低減が困難となる。また、この製造方法で大量生産に対応するには大規模な設備投資が必要となる。

【0016】また、前記の乾式法においては、加工工程で種々の外力が扁平状軟磁性粉末に負荷され、応力歪みを除去した扁平状軟磁性粉末に、再び機械的な応力歪みを生じさせてしまい、所要の磁気特性が得られないことがある。また、実際に実数部透磁率 $\mu'$ の磁気共鳴周波数 $f_r$ の低下、 $\mu'$ 及び $\mu''$ 値の低下が確認される。

【0017】これらの理由から、前記の製造方法で数10~100MHz帯域に適合した複合磁性体を得るには、多数の問題があった。従って、本発明の課題は、FM帯域(数10~100MHz)での電磁干渉抑制効果を向上させた複合磁性体シートを、応力歪みが除去された扁平状軟磁性粉末の高透磁率を損なうことなく、かつ低コストで得る製造方法を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記の課題を解決するために、前記各工程の再検討により、なされたものである。即ち、本発明は、焼鈍処理により応力歪みが除去された扁平状軟磁性粉末と、結合剤と、前記結合剤を溶解する溶媒からなるスラリー状の混和物を製膜し、溶媒を除去してシートとすることを特徴とする複合磁性体の製造方法である。

【0019】また、本発明は、前記の複合磁性体の製造方法において、前記扁平状軟磁性粉末が、カップリング剤によって表面処理されていることを特徴とする複合磁性体の製造方法である。

【0020】また、本発明は、前記の複合磁性体の製造

方法において、前記カップリング剤が、シラン系、またはチタネート系のカップリング剤であることを特徴とする複合磁性体の製造方法である。

【0021】また、本発明は、前記の複合磁性体の製造方法において、前記結合剤が、塩素化ポリエチレンであることを特徴とする複合磁性体の製造方法である。

【0022】また、本発明は、前記の複合磁性体の製造方法において、前記シートが、シートの面に垂直な方向に加圧されることを特徴とする複合磁性体の製造方法である。

【0023】また、本発明は、前記の複合磁性体の製造方法において、前記シートへの加圧が、プレス、または複数のロールによって構成された圧延装置、または複数のプーリーによって支持された無終端ベルトと複数のロールによって構成された圧延装置を用いて行われることを特徴とする複合磁性体の製造方法である。

【0024】また、本発明は、前記の複合磁性体の製造方法において、前記圧延装置を構成するロールの少なくとも1本が、表面に樹脂コーティングを施したもの、またはゴム硬度が90以上のゴムまたは高分子材料からなり、表面部分が弾性変形し得るロールであることを特徴とする複合磁性体の製造方法である。

【0025】また、本発明は、前記の複合磁性体の製造方法において、前記シートへの加圧が、前記表面部分が弾性変形し得る側のロールの外周面が、対向側のロール外周面に圧接されて形成される対向側ロールの外周面に契合する凹みと、対向側ロールの外周との間の一定面積を有する接触部分に、該複合磁性体が挿入されて行われることを特徴とする複合磁性体の製造方法である。

【0026】また、本発明は、前記の複合磁性体の製造方法において、複数の前記複合磁性体を積層して加圧し、一体に成形することを特徴とする複合磁性体の製造方法である。

【0027】また、本発明は、前記の複合磁性体の製造方法において、複合磁性体の間に導電材料を挟んで加圧し、一体に成形することを特徴とする複合磁性体の製造方法である。

【0028】また、本発明は、前記の製造方法によって製造されることを特徴とする複合磁性体である。

【0029】また、本発明は、焼鈍処理により応力歪みが除去された扁平状軟磁性粉末と結合剤からなることを特徴とする複合磁性体である。

【0030】また、本発明は、前記の複合磁性体において、前記扁平状軟磁性粉末が、カップリング剤によって表面処理されていることを特徴とする複合磁性体である。

【0031】また、本発明は、前記の複合磁性体において、前記カップリング剤が、シラン系、またはチタネート系のカップリング剤であることを特徴とする複合磁性体である。

【0032】また、本発明は、前記の複合磁性体において、前記結合剤が塩素化ポリエチレンであることを特徴とする複合磁性体である。

【0033】また、本発明は、面状の導電材料の両面に、前記の複合磁性体が配置されていることを特徴とする複合磁性体である。

【0034】

【作用】本発明に使用される軟磁性扁平粉末は、球状ないし不定形状の粗粉末に機械的な磨砕処理を施すことにより扁平化して得られる。この磨砕処理工程で、粉末に応力歪みが生じ、特性低下の原因となるが、焼鈍処理を施すことにより、前記の応力歪みを除くことが可能である。所要の特性を具備した扁平化軟磁性粉末を得るには、焼鈍処理が必要であり、その条件は軟磁性粉末の材質に応じて適宜決定される。

【0035】扁平化軟磁性粉末と結合剤の混和物のシート成形法には、前記のように乾式と湿式があるが、扁平化軟磁性粉末への外力の負荷を少なくするには、湿式の方が適している。ドクターブレード法などにより製膜することにより、軟磁性粉末の扁平な方向がシート面内に配向した複合磁性体を得られる。

【0036】また、高透磁率の複合磁性体を得るには、複合磁性体の密度の向上が有効であり、製膜、溶媒除去後のシートを加圧することで、高密度化が可能である。このため、本発明の複合磁性体の製造方法においては、プレスまたロールを用いた圧延装置により複合磁性体シート面に垂直に加圧を行う。この加圧は、扁平状軟磁性粉末の配向度を高めるという副次的な効果も有する。

【0037】しかし、複合磁性体シートには、時間の経過に伴い、密度が低下することがある。これは、粉末の加圧成形後に見られるスプリングバックという現象の他に、複合磁性体内部への湿気の浸透が原因と考えられ、高温高湿下での耐久性向上が必要となる。

【0038】本発明では、軟磁性粉末にカップリング剤による表面処理を施すことで、この問題に対処している。カップリング剤を用いた表面処理により、軟磁性粉末と結合剤との親和性を向上して、結合剤と軟磁性粉末の間への水分の浸透を防ぐとともに、軟磁性粉末表面に疎水性即ち撥水性を付与することで、高温高湿下での耐久性が飛躍的に向上する。

【0039】カップリング剤は、珪素、チタン、アルミニウム、ジルコニウムなどの金属原子にアミノ基、カルボキシル基などの官能基を付加した化合物で、表面処理を施す材料によって適宜選択される。これらのカップリング剤の検討結果によると、本発明の複合磁性体において最も効果が認められたのは、珪素、チタンを含むものであった。即ち、本発明に使用されるカップリング剤は、シラン系またはチタネート系のカップリング剤である。



【0040】本発明に使用される結合剤としては、各種の熱可塑性高分子、熱硬化性高分子などが挙げられるが、粉末を高充填するため接着性に富むこと、製品の使用形態から可撓性に富むこと、製造工程を考慮して常温で溶媒に可溶なことなどが要求される。これらの要求特性を考慮すると、自ずと使用し得る結合剤は限定され、塩素化ポリエチレンが最も好適である。

【0041】また、本発明においては、複合磁性体シートの密度を増加するため、製膜後のシートに対し、シート面に垂直な方向に加圧する必要がある。加圧方法としては、プレス法が最も簡便に使用できる。しかし、プレス法は連続処理ができないため、大量に生産するには、複数のロールによって構成された圧延装置や、複数のブーリーによって支持された無終端ベルトと複数のロールによって構成された圧延装置を用いることができる。

【0042】前記のように特性低下を防ぐために、軟磁性粉末に応力歪みを生じることなく複合磁性体シートを加圧する必要がある。本発明では、これに対処するため、前記圧延装置を構成するロールの少なくとも1本には、表面に樹脂コーティングを施したロールや、ゴム硬度が90以上のゴムまたは高分子材料からなるロールを使用する。なお、ここでいうゴム硬度とは、JISのK6253に規格化されているゴム硬さ試験法における国際ゴム硬さの数値である。

【0043】前記のようなロールを用いると、2本のロールを対向させて圧接した場合、少なくとも片側のロールには、表面部分の弾性変形によって、対向側ロールの外周に契合する凹みを生じ、2本のロールの間に一定面積を有する接触面が形成される。

【0044】このような2本のロール間に複合磁性体シートを通すことにより、軟磁性粉末に応力歪みを与えることなく、複合磁性体シートを加圧し、密度を増加することができる。更に、前記のように結合剤には熱可塑性の塩素化ポリエチレンを使用しているため、加圧の際に加熱することで、加圧の効果を増加することが可能である。これには、プレス板もしくはロールの内部に熱蒸気を通すか、誘導加熱などの電気を利用した加熱装置を取り付けるなどの措置が必要なのは勿論である。

【0045】また、前記複合磁性体シートを複数枚積層し、加圧して一体成形することにより、透磁率特性を向上することができる。これは、積層加圧により複合磁性体の密度が更に増加することと、加圧による剪断変形のため、シート面内における軟磁性粉末の配向度が増加することによると解される。

【0046】更に、前記ドクターブレード法による製膜では、1度の製膜で得られるシート厚みに限界があるので、前記の積層加圧は複合磁性体シートの厚み調整にも有用である。

【0047】また、電磁干渉抑制体においては、用途によっては、金属箔または金属板や、金属細線などによ

て構成される網、カーボン繊維の不織布のような面状の導電材料を、複合磁性体内部に介在させることが有効である。本発明においては、前記のような導電材料を複合磁性体のシートの間に挟んで加圧、一体成形することにより、簡便に内部に導電材料を介在させた複合磁性体シートを得ることができる。

【0048】

【発明の実施の形態】次に、図を参照して、本発明の実施の形態について、詳しく説明する。

10 【0049】扁平状軟磁性粉末として、平均粒径が35 $\mu$ mで、アスペクト比が5以上のセンダスト(Fe-Si-Al)合金粉末を準備した。この扁平状軟磁性粉末に、応力歪み除去のため、窒素雰囲気中、650℃で、2時間という条件で焼鈍処理を施した。

20 【0050】前記焼鈍処理済みの扁平状軟磁性粉末を85重量%、結合剤として塩素化ポリエチレンを14重量%、カップリング剤を1重量%、溶媒としてトルエンを200重量%、それぞれ秤量した。カップリング剤を、チタネート系、シラン系としたものについて、個別に準備した。

【0051】次に、前記扁平状軟磁性粉末をブラネタリーミキサーに投入し、攪拌しながらカップリング剤を投入し、5分間攪拌した。その後、予め所要量の溶媒に溶解した塩素化ポリエチレンを投入して更に30分間攪拌し、均一なスラリー状の混和物を得た。

【0052】前記混和物を、離型剤を塗布したポリエチレンテレフタレート(PET)シートを基材として、ドクターブレード法により、厚さ0.1mmに製膜し、溶媒を除去した。得られた複合磁性体10枚重ね、透磁率測定用の複合磁性体シートとした。

30 【0053】この複合磁性体シートを図2に示した圧延装置を用いて加圧処理を施した。ロール20は、直径が150mmで、表面にゴム硬度が90の樹脂層を設けている。ここでは、ロールの表面温度を50℃に設定し、複合磁性体シート10がロール間を通過する速度を80cm/分とした。また、2本のロール間隔は、実質的に0mmとなるように設定した。また、比較のため、図6に示す樹脂層を設けていない金属のロールで加圧した複合磁性体シートも準備した。

40 【0054】図1は、複合磁性体シートの透磁率の測定結果を示す図である。11、12は加圧前の複合磁性体シートの $\mu'$ 、 $\mu''$ であり、13、14は図2に示した圧延装置によって加圧した複合磁性体シートの $\mu'$ 、 $\mu''$ であり、15、16は金属ロールで加圧した複合磁性体シートの $\mu'$ 、 $\mu''$ である。

50 【0055】図1から明らかなように、加圧を施す前の複合磁性体シートにおいても、比透磁率 $\mu'$ を50(±10%)とすることができた。これは結合剤に塩素化ポリエチレンを使用して湿式製膜した結果、扁平状軟磁性粉末に歪みを与えないで高充填できたためであり、

従来比で約1.5倍の数値である。

【0056】図1における各データを比較すると、図2に示す圧延装置で加圧した複合磁性体シートでは、加圧前の磁気共鳴周波数 $f_r$ を高周波側にシフトさせることなく、かつ比透磁率 $\mu'$ 及び $\mu''$ の低下を引き起こすことなく一体成形できていることが分かる。

【0057】これに対し、図6に示す金属ロールで加圧した複合磁性体では、透磁率の低下が認められる。これは金属ロールを用いたことで複合磁性体に局部的に大きな圧力が加わり、扁平状軟磁性粉末に再度応力歪みが生じたためと考えられる。

【0058】図2に示したロールの間隔を0に設定し、その間に複合磁性体シートを通すと、ロールの樹脂層の部分は変形して平面を形成して、シートとの接触部分が広がる結果となる。従って、図6に示したロールの場合のように、線状の極めて狭い部分で加圧されることがなく、扁平状軟磁性粉末に局部的に外力が加わることもない。これによって、扁平状軟磁性粉末に応力歪みを生じさせることなく、一体成形できたと考える。

【0059】また、 $\mu'$ の向上には、一定の面積を有する面で複合磁性体を加圧することによって、扁平状軟磁性粉末の面内における配向度が向上したことも寄与していると考えられる。

【0060】ここで、本発明にかかる他の圧延装置の例を、図3から図5に示す。例えば、図3のように、金属31の他方はロール形態でなく、複数のブリー33に支持された無終端ベルト32であってもよい。この場合のベルトの材質は、可撓性を有するゴムその他の高分子材料が好適である。

【0061】また、例えば、図4(a)のように、片側が金属ロール31で片側がゴムまたは高分子材料のロール41であってもよく、図4(b)のように、片側が金属ロール31で片側が樹脂層を有するロール20でもよい。また、図5に示したように、無終端ベルト32を金属ロール31の間に介在させてもよい。

【0062】なお、本発明以外の方法、例えば、挿入する複合磁性体シートの厚さによって、二軸ロールの間隔を調整しながら加圧することも可能であるが、シート厚さが変わる毎に間隔を調整する必要があり、量産向きではない。

【0063】また、ロール間に負荷される圧力を小さくして加圧することも可能であるが、この場合は所要の特性を得るために、何度も複合磁性体シートをロールに通すこととなり、工数の増加が避けられない。

【0064】表面が弾性変しない金属ロールのみからなる圧延装置では、加圧前よりも高い透磁率特性を具備した複合磁性体シートを得るのは、実質的に不可能である。

【0065】次に、得られた複合磁性体シートについて、高温高湿における耐久性を検討した。温度85℃、

相対湿度85%という条件下で、1mmの厚さが96時間後にどの程度変化するかを測定した。表1に、カップリング剤としてチタネート系、シラン系を使用したものと、カップリング剤を使用していないものを比較として記載した。なお、記載した数値は厚さが増加した比率である。

【0066】

【表1】

		変動率(%)
比較例	チタネート系	36
	シラン系	32
比較例	なし	39

【0067】表1より、カップリング剤を用いた方が、用いないものより10%以上耐高温高湿性が改善されていることが分かる。

【0068】次に、複合磁性体の間に導電材料を挟んで一体成形した実施の形態について、説明する。まず、前記の製膜用混和物を、ドクターブレード法で製膜する際に、面状の導電材料を基板に用い、片側に複合磁性体を貼り付けた面状の導電材料を得る。もう一方の側に複合磁性体シートを貼り合わせ、前記の方法で一体成形することで、3層構造の複合磁性体シートが容易に得られる。

【0069】具体的には、図7(a)に示すように、アルミニウム板71に円形の穴72を設ける。次に、図7(b)に示すように、アルミニウム板71の片面に複合磁性体シート10をドクターブレード法で製膜する。その後、もう一方の面に複合磁性体シート10を配置し、前記の方法により一体成形を行う。この際、アルミニウム板に設けた穴を介して複合磁性体の一体化がより強固になる。また、この場合、必要に応じて、複合磁性体シートを複数枚重ねてもよい。また、アルミニウム板71の代替として、アルミニウム線材からなるメッシュ74を用いてもよい。

【0070】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明により、応力歪みが除去された扁平状軟磁性粉末を用い、実数部透磁率 $\mu'$ の磁気共鳴周波数を変化させることなく、比透磁率を向上させた複合磁性体シートを得ることができる。

【0071】これは、塩素化ポリエチレンを結合剤として湿式法で製膜し、弾性ロールを備えた圧延装置で加圧したことにより、扁平軟磁性粉末に応力歪みを加えるこ

となく複合磁性体の密度を増加できたためである。また、カップリング剤の効果により、加圧後の複合磁性体の経時変化をも防止することができた。

【0072】本発明により、複合磁性体のFM帯（特に数10～100MHz近傍）におけるEMC対策の用途を拡大することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の複合磁性体の特性測定結果を示す図。

【図2】本発明の樹脂層を設けたロールからなる圧延装置を模式的に表す図。

【図3】本発明の金属ロールと無終端ベルトからなる圧延装置を模式的に表す図。

【図4】本発明の金属ロールとゴムロールまたは樹脂層を設けたロールからなる圧延装置を模式的に表す図。

【図5】本発明の金属ロールと無終端ベルトからなる圧延装置を模式的に表す図。

【図6】従来の金属ロールからなる圧延装置を模式的に\*

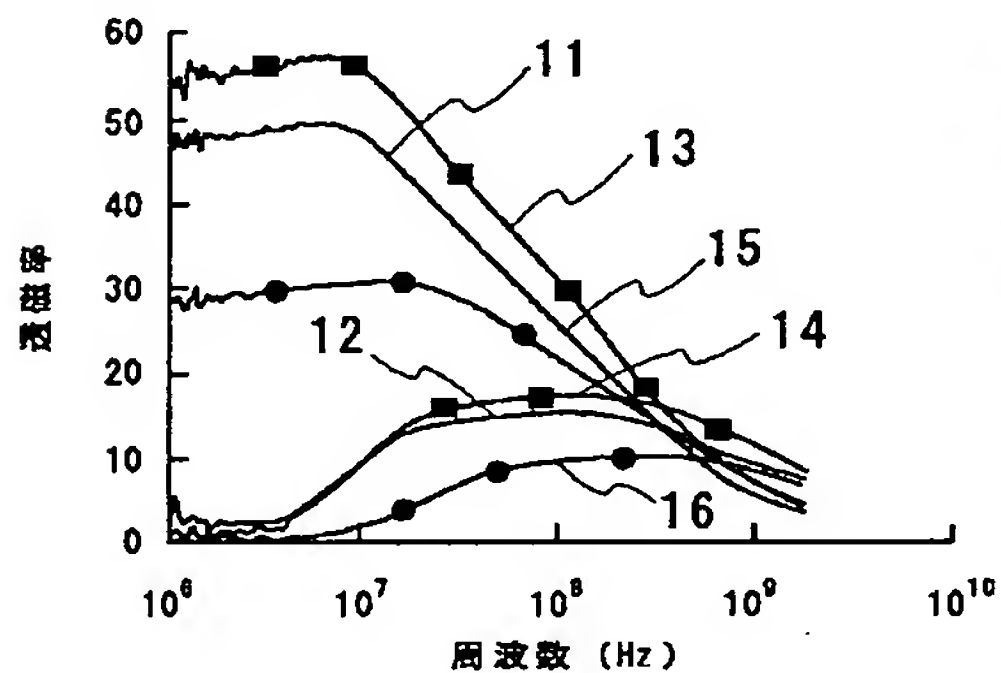
\*表す図。

【図7】本発明の間に導電材料を挟んだ構造の複合磁性体の製造方法の概略図。

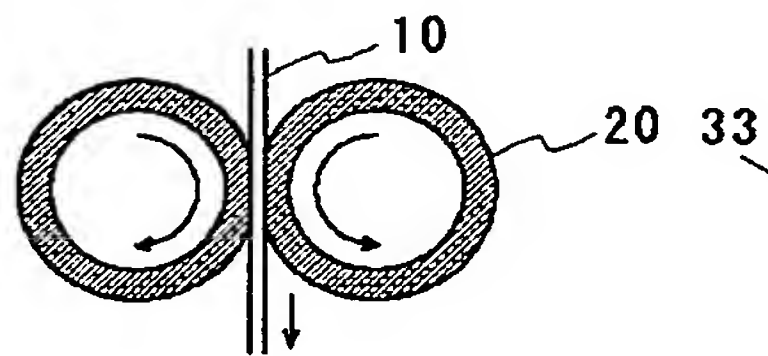
【符号の説明】

- 11 加圧前の複合磁性体の $\mu'$
- 12 加圧前の複合磁性体の $\mu''$
- 13 本発明の圧延装置により加圧した複合磁性体の $\mu'$
- 14 本発明の圧延装置により加圧した複合磁性体の $\mu''$
- 15 従来のロールにより加圧した複合磁性体の $\mu'$
- 16 従来のロールにより加圧した複合磁性体の $\mu''$
- 10 複合磁性体シート
- 20 樹脂層を設けたロール
- 31 金属ロール
- 32 無終端ベルト
- 33 ブーリー

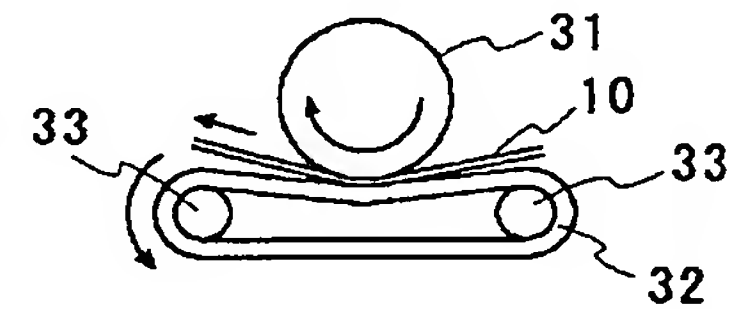
【図1】



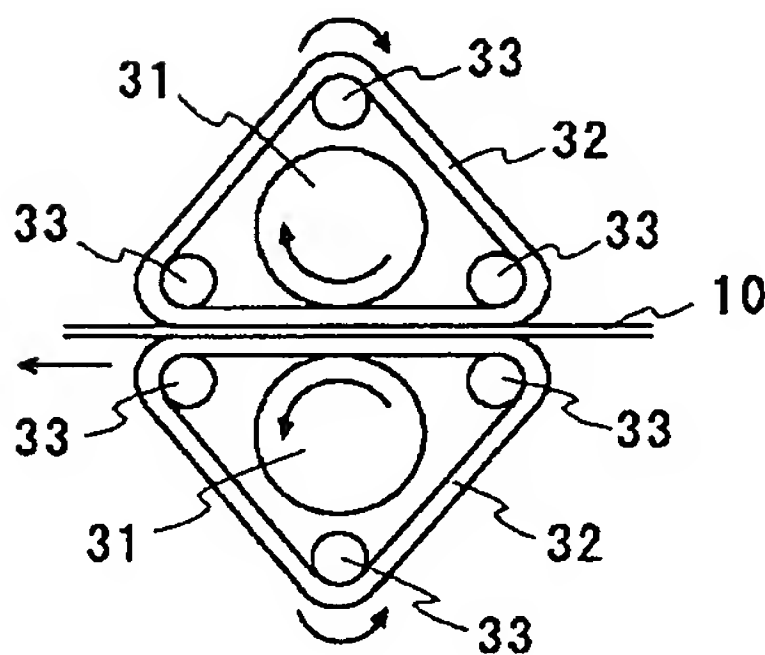
【図2】



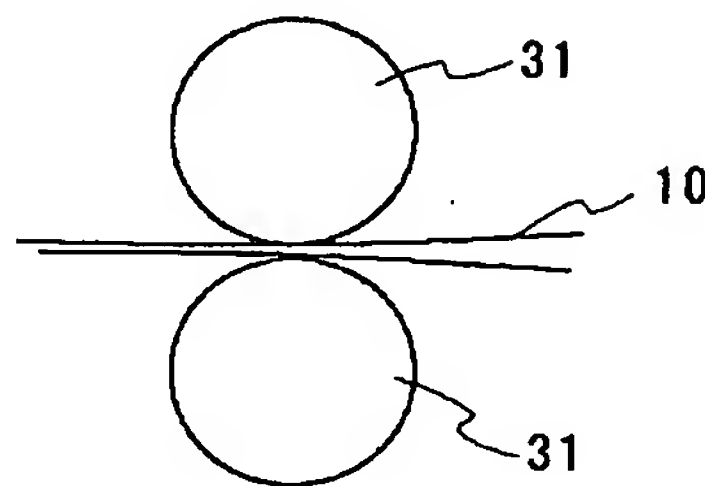
【図3】



【図5】



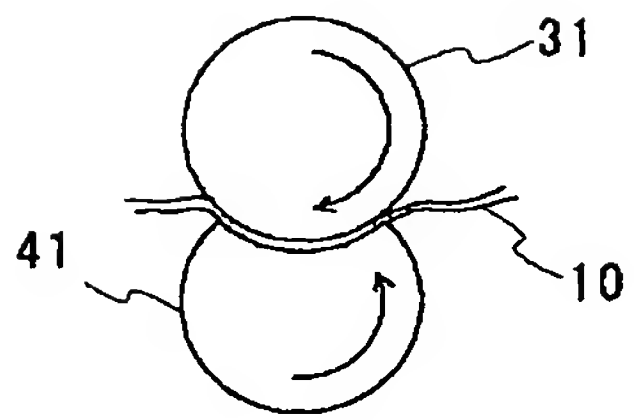
【図6】



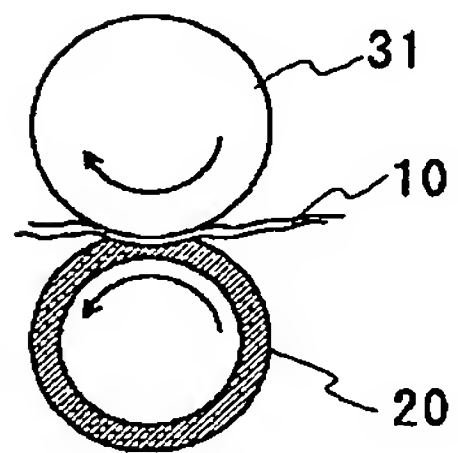


【図4】

(a)

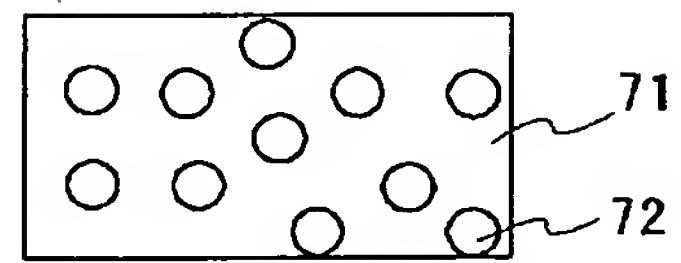


(b)

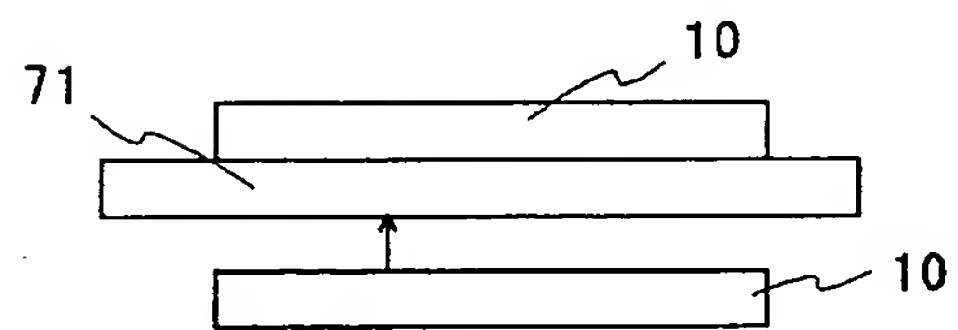


【図7】

(a)



(b)



(c)

